

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1895

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 26 Décembre 1895, à 1 heure

PAR

Paul GARDE

Né à Noisy-le-Sec (Seine), le 17 Mars 1869

EFFETS PHYSIOLOGIQUES

DE

L'ÉLECTRICITÉ

MORT APPARENTE. -- RAPPEL A LA VIE

Président : M. LABOULBÈNE, professeur.

Juges : { M. CORNIL, professeur.
 { MM. MARIE et ACHARD, agrégés.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

HENRI JOUVE

15, RUE RACINE, 15

1895

81

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1895

THÈSE

N°

81

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 26 Décembre 1895, à 1 heure

PAR

Paul GARDÉ

Né à Noisy-le-Sec (Seine), le 17 Mars 1869

EFFETS PHYSIOLOGIQUES

DE

L'ÉLECTRICITÉ

MORT APPARENTE. -- RAPPEL A LA VIE

Président : M. LABOULBÈNE, professeur.

Juges : { M. CORNIL, professeur.
 { MM. MARIE et ACHARD, agrégés.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

HENRI JOUVE

15, RUE RACINE, 15

1895

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

DoyenM.	BROUARDEL.
Professeurs	MM.
Anatomie.....	FARABEUF.
Physiologie.....	CH. RICHET.
Physique médicale.....	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.....	GAUTHIER.
Histoire naturelle médicale.....	N.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOUCHARD.
Pathologie médicale.....}	DIEULAFOY.
Pathologie chirurgicale.....	DEBOVE.
Anatomie pathologique.....	LANNELONGUE.
Histologie.....	CORNIL.
Opérations et appareils.....	MATHIAS DUVAL.
Pharmacologie.....	TERRIER.
Thérapeutique et matière médicale.....	FOUCHET.
Hygiène.....	LANDOUZY.
Médecine légale.....	PROUST.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	BROUARDEL.
Pathologie expérimentale et comparée.....	LABOULBÈNE.
	STRAUS.
	SEE (G.)
Clinique médicale.....	POTAIN.
	JACCOUD.
	HAYEM.
	GRANCHER.
Maladies des enfants.....	JOFFROY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....	FOURNIER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	RAYMOND.
Clinique des maladies du système nerveux.....	TILLAUX.
	BERGER.
Clinique chirurgicale.....	DUPLAY.
	LE DENTU.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	GUYON.
Clinique ophthalmologique.....	PANAS.
Clinique d'accouchement.....	TARNIER.
	PINARD.

Professeurs honoraires :

MM. SAPPEY, PAJOT.

Agrégés en exercice

MM.	MM.	MM.
ACHARD.	GLEYS.	RICARD.
ALBARAN.	HARTMANN.	ROGER.
ANDRE.	HEIM.	SEBILÉAU.
BAR.	LEJARS.	THIERRY.
BONNAIRE.	LETULIE.	THOINOT.
BROCA.	MARFAN.	TUFFIER.
CHANTEMESSE.	MARIE.	VARNIER.
CHARRIN.	MENETRIER.	VILLEJEAN.
CHASSEVENT.	NELATON.	WALTER.
DELBET.	NETTER.	WEISS.
GAUCHER.	POIRIER, chef des	WIDAL.
GILBERT.	trav. anatomiques.	WURTZ.
GILLES DE LA TOURETTE.	RETTNER.	

SECRÉTAIRE DE LA FACULTÉ : M. CH. PUPIN.

Par délibération, en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A LA MÉMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MON CHER PÈRE

A MES SŒURS ET A MON BEAU-FRÈRE

A MON ONCLE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE ;

MONSIEUR LE PROFESSEUR LABOULBÈNE

Professeur à la Faculté de Médecine

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

Hommage de mon profond respect et de ma vive reconnaissance...

INTRODUCTION

Nous avons entrepris ce travail sous l'inspiration de notre maître, M. le Docteur Descoust, Chef du Laboratoire de Médecine légale à la Morgue.

Monsieur le Docteur D'Arsonval, Professeur au Collège de France, a bien voulu nous guider et nous aider de ses conseils dans le cours de nos recherches, mettant à notre disposition les résultats de ses nombreuses et intéressantes expériences.

C'est pour nous un devoir aussi impérieux qu'agréable de témoigner à ces deux éminents professeurs notre profonde gratitude.

Nous ne pouvons trop remercier le Docteur Th. Anger et M. le Docteur Tuffier qui nous ont appris la pratique de la chirurgie antiseptique et qui n'ont cessé de nous honorer de leur sympathie.

Nous garderons le souvenir de MM. les Docteurs Duplay, Labbé, Lejars, Michaux et Poirier qui nous ont fait participer aux si nombreuses ressources de leurs services et nous ont enseigné la chirurgie nouvelle.

Nous n'oublierons pas M. le Docteur Rigal. Son enseignement si essentiellement clinique restera notre meilleur guide au cours de notre carrière médicale.

L'enseignement médical et les précieux conseils que nous ont donnés successivement nos excellents maîtres, MM. Millard, Fernet, Lancereaux, Marie, Charrin et Dieulafoy, nous font un devoir de leur exprimer notre entière gratitude.

M. le Professeur Tarnier qui a bien voulu nous initier à sa savante pratique des accouchements a droit aussi à toute notre reconnaissance.

Avant de terminer nos études, nous nous sommes spécialement occupé des maladies des enfants. M. le Docteur Jules Simon et M. le Docteur Marfan nous ont initié à la clinique infantile ; nous n'oublierons pas avec quelle bienveillance ils nous ont prodigué leurs savants conseils.

Nous prions M. le Professeur Laboulbène d'agréer l'expression de notre très respectueuse reconnaissance pour l'honneur qu'il a bien voulu nous faire en acceptant la présidence de notre Thèse.



HISTORIQUE

Dès le milieu du XVIII^e siècle, en 1776, Priestley étudia l'action des décharges électriques sur le corps des animaux. Il trouva qu'il pouvait y avoir des commotions mortelles sans que l'autopsie ne révélât aucune lésion des tissus.

En 1781, Marat fit des expériences semblables à celles de Priestley et en consigna le résultat dans son mémoire sur l'*Electricité Médicale*, couronné par l'Académie des Sciences de Rouen.

D'autres expérimentateurs reprirent ces expériences sans changer beaucoup le dispositif employé par Marat.

Troostwyk et Krayenhoff opéraient avec une forte batterie sur des lapins. Ces auteurs constatèrent : 1^o que la mort survenait rapidement après quelques secousses convulsives ou même instantanément, quand la décharge allait du front à la première vertèbre cervicale, de la tête au sacrum ou d'un côté à l'autre de la poitrine ; 2^o qu'une décharge traversant la tête horizontalement, soit en travers, soit d'avant en arrière, n'amenait la mort qu'au bout de quelques heures ; 3^o qu'une décharge allant de la partie moyenne de la colonne vertébrale au sacrum, ne tuait jamais. Herbert et Steiglehner ont confirmé ces résultats.

Le 2 mars 1866, le professeur Tourdes, de Strasbourg, fit, avec le professeur Bertin, des expériences au moyen de deux fortes batteries chargées par une bobine de Ruhmkorff ; elles portèrent sur des poissons, des lapins et un pigeon. Les poissons placés dans l'eau, présentèrent des mouvements convulsifs et tétaniques, mais ne moururent pas. Les lapins moururent après avoir présenté des convulsions toniques ou cloniques et après une défécation, une émission des urines et des inspirations saccadées. L'autopsie de ces animaux faite, le lendemain, donna les résultats suivants : « Ils étaient rigides, les poumons étaient congestionnés ; le cœur, surtout dans les cavités droites, contenait beaucoup de sang brunâtre en partie liquide. » Le pigeon présentait des symptômes et des altérations anatomiques analogues aux précédents : « les poumons étaient congestionnés. Chez tous ces animaux, le cerveau n'offrait rien d'appréciable, aucune lésion mécanique n'avait été produite. »

Dans la suite, vinrent les expériences de Dechambre, faites au laboratoire de physique de l'Ecole Normale. Elles consistèrent en décharges de puissantes batteries communiquant avec le sol, sur des chats, des lapins et des cobayes. La décharge arrivait soit sur le crâne rasé, soit par un électrode métallique placé dans le rectum. Par ce dernier procédé, on obtenait plus fréquemment un résultat fatal. Il est vrai de dire, d'autre part, que parfois les animaux foudroyés, après être restés quelques minutes comme sans vie, ressuscitaient ensuite parfaitement et se mettaient à courir dans le laboratoire, comme si rien ne se fût passé.

Les études des courants devinrent beaucoup plus

sérieuses avec l'apparition et l'emploi des puissantes machines dynamo-électriques. Les nombreux accidents qui se produisirent dès les premières tentatives d'éclairage électrique, attirèrent l'attention sur ce sujet. De ce moment, datent les accidents du Printemps et des Tuileries.

La thèse de Paris, de M. Grange : *Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel*, mentionne les deux premières relations d'autopsie faites en France, d'individus foudroyés par les courants électriques. Elle contient, en outre, des observations relatives à des expériences faites sur différents animaux.

M. d'Arsonval entreprend ses premières recherches au Collège de France. Se servant de puissantes machines dynamo-électriques, il étudie l'effet des décharges des condensateurs, des courants continus et alternatifs sur les animaux. Le premier, il montre le rôle important de l'extracourant et ses terribles effets sur l'organisme. Ses savantes recherches montrèrent l'état de *mort apparente*, dans lequel sont quelquefois plongés les fulgurés par l'électricité industrielle, ainsi que par l'électrocution. Il indique également plusieurs moyens préservateurs de la mort par l'électricité dans l'industrie.

Les accidents électriques non mortels sont l'objet d'études de la part des médecins américains. Nous nommerons : Eduardo Pla de la Havane, Philipp Donlin, Philipp Coombs, Knapp, van Hoff Gosweiler, Biggs, Putnam, Barnes, Grindon, Houston, Terry, Robert, Hummel, Moyer, Peterson, Keirle, Jackson, Collins, Dana aux Etats-Unis. En Angleterre, Shield, Delepine, Buchanam.

L'électrocution, autrefois proposée en France par le sénateur Edouard Charton, fut substituée, aux Etats-Unis,

à la pendaison, comme mode de châtimeut des condamnés à mort, après avis favorable de la Société de médecine légale de New-York.

On peut dire que c'est avec une grande légèreté que ce mode d'exécution fut adopté en Amérique. En effet, à cette époque, les physiologistes et les médecins eux-mêmes avouaient ne rien connaître aux conditions et au mécanisme de la mort par l'électricité. On ignorait également la résistance du corps humain au passage du courant électrique. Les travaux faits dans ce but, datent de plus tard. Ils furent entrepris par Castex, P. Remak, Gustave Garetnet, Kundter, Kohlrausch, Schwinburne, Lawrence, Harries, Otto, Blathy, Frey, Windscheid, Stintzing, Grœber, Jolly. Vigouroux, Boccolari et Borsari, Silva et Pescarolo, Martius, Kahler, Cardew, Wolf et Eulenbourg, étudièrent les variations de la résistance spécifique de diverses parties du corps humain sous l'influence d'états pathologiques variés.

C'est alors qu'on fit des recherches sur la résistance de différents animaux. MM. Brown, Kenelly et le docteur Peterson, expérimentèrent sur des chiens, des veaux et un cheval. Ils firent usage de courants continus et de courants alternatifs. Ils remarquèrent l'innocuité presque absolue des courants continus et la puissance d'action des courants alternatifs qui amenaient la mort des animaux en expérience, même avec des voltages peu élevés (de 100 à 700 volts).

Des mesures furent aussi effectuées sur plus de 200 personnes de différents âges, et donnèrent pour la résis-

tance d'une main à l'autre, la valeur remarquablement faible de 1000 ohms.

De 1885, datent les expériences célèbres du docteur Stone, sur la résistance du corps humain ; il trouva que cette résistance, mesurée sur un sujet adulte, était de 939 ohms entre les deux pieds, et de 905,45 ohms entre un pied et une main. Il montra l'existence pour le corps humain, d'une capacité électro-motrice considérable et de phénomènes de polarisation donnant lieu à une force contre-électro-motrice opposée à celle du courant.

A. E. Kenelly fit avec une grande précision, au cours même d'une électrocution, celle de Mac Elvaine, une détermination de la résistance du corps humain. Pour le premier contact, il trouva une résistance de 800 ohms qui, en 50 secondes, tomba à 516 ; pour le second contact, une résistance constante de 214 ohms.

Nous mentionnerons encore les expériences de Tatum, faites en 1889, au laboratoire de physiologie de l'Université de Pensylvanie. Tatum étudia les altérations produites par le passage du courant à travers les tissus. Notons aussi les recherches du docteur Danion, sur « le mode de diffusions des courants voltaïques dans l'organisme humain. »

En anatomie-pathologique, on trouve un certain nombre de travaux. En France : Brouardel et Bourrot ; en Angleterre : Buchanam, Shield et Délepine ; aux Etats-Unis : Donlin, Delancey, Mac Donald, Guy Carleton, Biggs, Putnam, Jenkins, Schrady, Barnes, Terry, Robert, Moyer, Hummel, Spitzka, Fell, Jackson, Keirle, Collins ; à la Havane : Eduardo Pla, firent de nombreuses observations de nécropsies après accident électrique fatal.

Dans ces dernières années, on a beaucoup écrit sur l'action des courants électriques et leurs dangers. En 1892, dans une thèse remarquable, que nous avons largement mise à contribution, M. F. Biraud a rassemblé des documents émanant de tous les points de l'Univers et montré combien sont fréquents les accidents causés par l'électricité.

Le livre de Biraud renferme la description complète des accidents de fulguration constatés dans l'industrie électrique, des électrocutions exécutées en Amérique et des expériences personnelles.

Beaucoup d'auteurs se sont également occupés de rechercher le degré de résistance du corps humain au passage des courants électriques et, parmi ceux-ci, il convient de citer : Von Frey, Castex, Danion, Mergier, Weiss, Glax, Aubert, Courtade, Eschle.

D'autres se sont bornés à étudier ou à relater des faits attribuables à l'électricité et dont ils ont été témoins ou informés, entre autres : Collins, Buchanam et Wedding.

Dans un autre ordre d'idées, les rapports de M. Marchegay, au conseil d'hygiène de Lyon, en 1887, et celui de M. le Professeur Gariel, à la Société de Médecine publique et d'hygiène professionnelle en 1892, traitent la question au point de vue de l'hygiène.

Citons en terminant le travail tout récent de M. Carlos de Oliveira Nery dans lequel on trouve une étude clinique très complète des brûlures causées par l'électricité industrielle.

Généralités

Autrefois, on ne connaissait que trois formes de l'énergie :
1° *L'énergie mécanique* ; 2° *l'énergie thermique* ; 3° *l'énergie chimique*, ou si l'on préfère, le travail, la chaleur et l'affinité chimique.

Les phénomènes électriques, mieux étudiés et surtout mieux compris, ont mis à notre disposition une force nouvelle de l'énergie qui constitue *l'énergie électrique*.

L'électricité, si elle est la dernière connue des formes de l'énergie, en est aussi la plus précieuse et la plus parfaite. En effet, renfermant toutes les formes anciennement connues de l'énergie, toutes les autres formes peuvent se transformer en électricité.

Aujourd'hui, l'électricité révolutionne la mécanique, la physique, la chimie et toutes les industries dérivant de ces sciences. Et cela parce que cette nouvelle forme de l'énergie peut se transformer dans toutes les autres dont l'étude constituait autrefois un domaine à part pour chacune d'elles, avec des lois et des applications distinctes.

On sait que l'action d'un médicament dépend, à la fois, et de sa dose et de la façon dont il est administré ; cette notion banale de thérapeutique devient un axiome quand il s'agit de l'électricité. Suivant qu'on donne à l'énergie électrique telle ou telle modalité physique, on peut produire les effets les plus divers et même les plus opposés sur les êtres vivants.

Au point de vue de ses effets physiologiques, l'électricité peut traverser le corps ou sous forme de *courant permanent* ou sous forme de *courant variable*.

L'état *variable*, sur un être vivant, se produit par une excitation très violente des nerfs et des muscles qui entrent en contraction, tandis que tout reste en repos si on emploie l'état *permanent* en faisant usage d'un courant modéré.

Cet état permanent peut être appliqué à *basse* ou à *haute tension*. Dans le premier cas, on emploie généralement la pile comme source d'électricité. Pour produire l'état permanent à haute tension, on se sert des machines statiques ; le courant traverse alors le corps, soit en employant l'effluve, soit en recourant au bain dit statique. Si l'état permanent est produit par la pile, on l'appelle *voltatisation*, et *franklinisation* quand la source électrique est une machine statique.

Ces simples notions connues, abordons l'étude des différents courants électriques.



Effets des Courants

Si l'on utilise un courant très fort, on peut avoir des manifestations extérieures durant l'état permanent, mais ces manifestations tiennent uniquement, dans ce cas, à l'électrolyse intersticielle des tissus et à la décomposition qui a lieu *dans toute leur masse*, ainsi que l'ont bien mis en évidence les expériences de M. Weiss. On peut dire que, dans ces conditions, ce n'est pas l'électricité qui agit, mais bien les produits chimiques libérés par le passage du courant dans l'intimité même des tissus. On a affaire à un simple excitant chimique engendré par l'électricité sur son passage et dépendant uniquement de l'intensité du courant, conformément aux lois de Faraday.

Cette action particulière a donné naissance à une branche importante de l'électrothérapie : l'électrolyse ou cautérisation et destruction potentielle des tissus vivants par le courant continu.

Courants de haute fréquence.— Les courants de haute fréquence produisent des modifications physiologiques très intéressantes de l'excitabilité neuro-musculaire et du système nerveux vaso-moteur. M. d'Arsonval a étudié ces modifications avec des courants alternatifs donnant de 400,000 à 10 millions et plus d'oscillations par seconde ; ces courants, qui représentent une énergie mécanique considérable, peuvent traverser impunément les corps vivants sous forme d'étincelles ayant jusqu'à dix centimètres de

longueur et près d'un ampère d'intensité. Avec une énergie cent fois moindre on foudroierait instantanément un animal si la fréquence, par exemple, au lieu d'être d'un million par seconde, n'était que de cent à cent cinquante comme avec les courants alternatifs industriels.

Courants à variation sinusoïdale. — Ces courants ont sur l'organisme plusieurs actions intéressantes :

1° En étalant la sinusoïde, on peut faire traverser l'organisme par des courants assez intenses ne donnant ni douleur, ni contraction musculaire, ni action chimique. Il y a cependant une action physiologique, car l'analyse des gaz de la respiration, après le passage du courant, montre une augmentation dans l'absorption de l'oxygène et dans l'élimination de l'acide carbonique.

2° En augmentant la fréquence graduellement, on arrive à provoquer des contractions musculaires énergiques, mais infiniment moins douloureuses à intensité égale, qu'en se servant d'une bobine d'induction. Les combustions respiratoires sont considérablement exagérées et les courants agissent puissamment pour modifier la nutrition.

Franklinisation. — Si l'on soumet l'homme ou des animaux à l'influence de la franklinisation, on trouve toujours une légère augmentation des combustions respiratoires et cela en dehors de l'action de l'ozone, car on n'obtient rien de semblable si on place le sujet dans le voisinage de la machine, mais sans le mettre en rapport avec elle.

Faradisation. — Les courants faradiques généralisés amènent une contraction plus ou moins violente de tout le système musculaire. L'exagération des combustions constatée tient uniquement alors au fonctionnement des mus-

cles. On peut arriver, en effet, par ce procédé, à produire un véritable tétanos électrique qui amène la mort de l'animal par hyperthermie ainsi que l'a montré M. Charles Richet.

Cependant, si la faradisation généralisée est très légère, sans tétanos, ni contraction musculaire apparente, elle peut modifier les échanges nutritifs et augmenter la production de chaleur.

Courant continu. — Le courant continu expérimenté sur l'homme et les animaux n'a montré aucun effet trophique immédiat. Peut-être augmente-t-il les sécrétions cellulaires ?

Courant sinusoïdal. — Sous l'influence du courant sinusoïdal on peut augmenter instantanément de plus d'un quart les échanges gazeux respiratoires et *cela en dehors de toute contraction musculaire*, et en l'absence de phénomène douloureux.

Courants alternatifs industriels. — Ces courants offrent, comme on va le voir, un certain nombre d'inconvénients. Ils sont beaucoup plus dangereux que les courants continus utilisés industriellement en raison de leur forme sinusoïdale et du grand nombre de variations (plusieurs millions par seconde).

Dans les courants continus utilisés industriellement, le danger naît seulement au moment de la rupture brusque du circuit. L'extra-courant libère, en un instant très court, une quantité considérable d'énergie qui est la cause des accidents constatés en pareils cas.

Les machines à courants alternatifs sont donc les seuls engins électriques dangereux.

C'est ce que montrent les expériences suivantes entreprises par M. D'Arsonval, au laboratoire du Collège de France.

Un alternateur Gramme a été essayé comparativement avec un alternateur Siemens. A voltage égal, ce dernier est plus d'ingereux. En faisant passer le courant de la tête à la queue sur un animal, une différence de potentiel de 300 volts alternatifs amène généralement la mort chez le lapin et le chien quand l'intensité atteint 1 ampère environ avec l'alternateur Siemens ; il n'en est pas de même avec l'alternateur Gramme. Cette différence tient à ce que l'onde électrique de l'alternateur Siemens, dont l'induit ne contient pas de fer, est, en effet beaucoup plus brusque, plus brutale que celle de l'alternateur Gramme. De là, ses effets physiologiques plus accentués pendant la fermeture du courant. Il en est tout autrement à la rupture. Si l'on abandonne l'animal à lui-même après ce choc électrique, l'arrêt de la respiration persiste et la mort est définitive. Cette mort pourtant n'est qu'*apparente*, car si l'on pratique immédiatement la respiration artificielle à l'aide d'un soufflet ou d'une canule introduite dans la trachée, l'animal revient à la vie au bout d'un temps variable, en présentant parfois des paralysies partielles qui disparaissent spontanément. Si l'on applique la respiration artificielle au moment même où l'on applique le courant, l'animal manifeste de la douleur mais sans perte de connaissance ; on ne peut le tuer alors par ce même courant qui amenait précédemment la mort. Il y a pourtant une limite qui est atteinte lorsque le passage du courant, en produisant le télanos de tous les muscles du corps, a amené un échauffement portant la température

centrale au-dessus de 45°. L'animal meurt alors parce que la chaleur coagule les fibres musculaires du cœur, comme l'a montré Claude Bernard. La preuve en est qu'on peut continuer l'électrisation à condition de refroidir artificiellement l'animal.

L'échauffement considérable du corps dans l'électrisation n'est nullement dû, comme on le croit, à la résistance du corps s'échauffant comme un conducteur. Dans une des électrocutions faites en Amériques, la température du supplicié a été trouvée de beaucoup au-dessous de la normale après la mort. On avait fait passer un courant de 3 ampères pendant 50 secondes sous 1500 volts, soit 4500 watts ou environ 1 cal. par seconde. L'échauffement de ce fait n'eût pas donné plus de 50 cal. à 60 cal. pendant les 50 secondes, ce qui, pour un homme du poids moyen de 75 kil. n'eut pas élevé sa température propre de 1° centigrade. La chaleur excessive amenée par l'électrisation est donc due uniquement à la contraction violente de tous les muscles. Cette chaleur excessive amène rapidement la coagulation de la fibre musculaire et la rigidité cadavérique par un phénomène semblable à celui qu'on observe chez les animaux forcés à la course ou fourbus, phénomène bien connu des chasseurs.

La mort par le courant alternatif est donc due, d'une part, à l'arrêt de la respiration qui produit l'asphyxie et, d'autre part, à l'élévation de température due à la fois à l'asphyxie, comme l'a montré Brown-Séguard, et à la contraction violente et généralisée du système musculaire, due à l'état variable du courant.

Mécanisme de la Mort

Mort définitive et Mort apparente. — Rappel à la vie

Comme on vient de le voir, l'Electricité provoque la mort de deux façons bien différentes :

1° *Par lésion ou destruction des tissus* (effets disruptifs et électrolytiques de la décharge) ;

2° *Par excitation des centres nerveux* (inhibition totale ou partielle des grandes fonctions : arrêt de la respiration ; du cœur, des échanges entre les tissus et les gaz, etc., mais sans lésions matérielles).

Dans le premier cas, la mort est *définitive* ; elle est surtout le fait de l'action de la foudre et des décharges statiques de puissantes batteries.

Dans le second, au contraire, la mort peut ne consister qu'en un état de *mort apparente* dont on peut faire revenir l'individu en pratiquant la respiration artificielle immédiatement après l'accident. *Un foudroyé doit être traité exactement comme un noyé* suivant la formule que M. d'Arsonval a donné aux Electriciens, formule dont l'application a pu rappeler à la vie un certain nombre de victimes comme le montreront les exemples cités dans la suite.

Nous avons écrit plus haut que la mort se produisait sans lésions matérielles. Il faut entendre par là qu'on ne trouve aucune lésion viscérale capable de l'expliquer. En

revanche, on remarque presque constamment, sur le corps, des traces du passage du courant électrique (brûlures, sillon, hémorrhagies capillaires, etc.). Autopsies et expériences aboutissent aux mêmes résultats.

En France, la dernière autopsie de sujet mort par l'Electricité a été faite à la Morgue de Paris, le 17 novembre 1893. Notre maître, M. le Docteur Descoust, qui en fut chargé, conclut que « *les viscères n'étaient le siège d'aucune lésion ayant pu déterminer une mort rapide* ». La deuxième conclusion de son rapport était ainsi conçue : « La mort de cet homme a été déterminée par un arrêt progressif des fonctions du cœur et des poumons dont les causes sont en dehors d'un état morbide, chronique ou aigu ; cet arrêt paraît avoir été provoqué par l'action d'un courant électrique sur le système nerveux central. Les nombreuses brûlures, constatées à la partie externe des deux épaules et des deux avant-bras de la victime semblent indiquer qu'il a subi les atteintes d'un courant électrique intense le traversant d'une épaule à l'autre. Il en est résulté une véritable asphyxie. »

Citons aussi les résultats des recherches entreprises l'année dernière, par M. Kratter de Vienne. Cet auteur a étudié expérimentalement l'action des courants intenses sur des souris blanches, des lapins, des cobayes, des chiens et des chats. La mort est survenue, en général, par arrêt brusque de la respiration. Il a trouvé que les animaux à système nerveux très développé succombaient plus facilement que ceux qui leur étaient inférieurs à ce point de vue.

La mort est également quelquefois survenue par arrêt subit du cœur ; mais, dans ce cas, *on n'a jamais constaté*

de lésion anatomique expliquant le mécanisme de la mort.
On a constamment trouvé des brûlures produites aux points de contact, et les hémorrhagies capillaires qui indiquent la marche du courant à travers le corps.

Donc, absence complète de lésions viscérales, lésions superficielles variées ; voilà ce que l'on peut noter à l'autopsie.

La tâche de l'expert deviendra donc très délicate dans les cas où les lésions externes feront défaut. L'autopsie, en effet, ne fournira aucun renseignement précis. Il sera nécessaire de procéder alors par exclusion, et c'est surtout ici que la connaissance des commémoratifs et les renseignements fournis par l'enquête judiciaire rendront les plus grands services au médecin-légiste.



ELECTROCUTIONS ET ELECTROCUTÉS

I. Electrocutation à la prison d'Auburn.

(Lumière électrique du 12 Août 1893).

Une scène horrible s'est passée le 28 juillet, à la prison d'Auburn (État-Unis), pour l'exécution par l'électricité de l'anarchiste Taylor.

L'appui sur lequel repose les pieds du patient s'étant cassé, celui-ci n'a pas été traversé par le second courant et a donné des signes de vie après le premier choc.

Les médecins ne savaient où donner de la tête et toute l'assistance a voulu se retirer, mais n'a pu en obtenir la permission.

Le condamné fut alors emporté, tandis que les médecins assuraient que, malgré ses plaintes, il était absolument inconscient, comme s'il avait été frappé d'apoplexie.

Mais comme son pouls devenait de plus en plus fort, on lui administra de la morphine et il fut replacé sur le fauteuil d'exécution, qu'on avait réparé à la hâte. On fit de nouveau passer le courant et le condamné ne donna plus enfin signe de vie.

Cette horrible exécution avait duré une heure un quart.

II. Mort apparente produite par les courants alternatifs. — Rappel à la vie par la respiration artificielle.

(Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 7 mai 1894.)

Un accident dont les conditions ont pu être déterminées avec toute la rigueur d'une expérience de laboratoire vient confirmer sur l'homme, ce que M. d'Arsonval a vu chez les animaux.

Voici la relation du fait communiqué à M. d'Arsonval par MM. Picou et Maurice Leblanc, deux électriciens bien connus, témoins oculaires de l'accident et sauveteurs de l'électrocuté.

« Lorsque l'accident de St-Denis s'est produit, l'électromètre d'Epinay, monté entre deux de nos trois fils, marquait 4500 volts et l'ampéremètre intercalé dans l'un d'eux, marquait 750 milliam-pères.

« A l'endroit où l'accident s'est produit, les trois fils sont portés par un potelet, scellé dans un mur, à 6 m. environ au-dessus du sol. L'homme qui a été frappé était à cheval sur la barre de scellement inférieur, tenant d'une main l'un des conducteurs. Il avait monté avec lui un fil téléphonique qu'il était en train de poser. Ce fil s'appuyait sur la barre de scellement et a touché un autre des trois conducteurs.

« *Le courant s'est fermé à travers l'homme, entrant par une main et sortant par une fesse, en court circuit.*

« Il a donc supporté directement toute la tension (4500 volts, fréquence 55 environ). Combien de temps ? Il est difficile de le dire avec précision, mais certainement plusieurs minutes. Le court circuit qu'il a établi a déterminé la production d'étincelles

au collecteur de l'appareil d'Epinay. L'agent qui le surveillait s'est douté d'un accident sur la ligne et a téléphoné à la Chapelle d'arrêter. Tout cela représente un temps assez long.

« A ce moment, nous partions d'Epinay et nous étions déjà dans le train quand nous avons été avisés qu'un accident venait de se produire.

« *Un quart d'heure* environ après nous sommes arrivés à Saint-Denis ; cet homme était toujours à cheval sur la barre de scellement et ne donnait plus signe de vie. On a eu beaucoup de mal à le descendre et *cette opération a pris au moins une demi-heure.*

« Suivant vos avis, nous avons pratiqué la respiration artificielle (en faisant manœuvrer les bras) d'abord sans résultat. Je lui ai ouvert la bouche de force et ai dégagé la langue, ses poumons ont fonctionné presque aussitôt. Il a pu parler après deux heures. Il était brûlé à la main droite et à la fesse ; aujourd'hui il va bien.

Il y a quelques jours on m'écrivait de nouveau :

« Le blessé va bien ; il est à noter qu'aucun trouble particulier, dû au passage du courant à travers son corps, ne s'est manifesté. On a eu qu'à se préoccuper de soigner les brûlures. »

III. Electrocutation suivie de rappel à la vie.

(Revue Scientifique du 1^{er} décembre 1894.)

On a procédé, la semaine dernière, à l'électrocutation d'un condamné à mort sur lequel on était convenu de tenter des

expériences de ranimation. Le patient a été foudroyé et semblait parfaitement mort ; mais, en lui ouvrant la trachée pour pratiquer la respiration artificielle on l'a rappelé à la vie, et il se porte à l'heure qu'il est le mieux du monde.

IV. Impressions d'un électrocuté.

(Revue Scientifique, 22 décembre 1894).

M. J. E. Cutler, ayant eu récemment l'occasion de recevoir dans le corps un courant de 4.500 volts, a pu après avoir été ranimé, faire connaître les impressions d'un électrocuté. « Pendant un instant, dit-il, j'éprouvais une sensation d'être tiré à bas par les bras (il tenait les fils à la main), puis tout devint noir, et ceci dura pendant sept minutes environ, au cours desquelles on s'efforçait de rétablir ma respiration, par la méthode recommandée par M. d'Arsonval, en agissant sur les bras et le diaphragme selon un rythme correspondant à celui de la respiration naturelle. Ceux qui étaient auprès de moi disent que je poussai deux gémissements profonds en tombant, mais je n'ai aucun souvenir de ce fait. Il fallut tirer de force un des fils de ma main, et avant que ceci put être fait, je reçus une autre secousse dans les hanches, pendant que j'étais couché à terre. Pendant sept minutes, il n'y eut pas un signe de pulsation cardiaque, et tout indiquait la mort. A mesure que la conscience revint lentement, je répétai à plusieurs reprises des remarques incohérentes relatives, à l'accident. Quand j'ouvris les yeux, tous ce que je pouvais voir était une énorme tache noire qui

diminua graduellement et disparut. A un moment, je reconnus plusieurs personnes à leur chapeau ; je ne pouvais voir les visages. Une demi-heure après l'accident, je pouvais me rappeler tous les incidents qui avaient précédé et suivi quelques moments d'inconscience totale, pendant laquelle je n'avais aucune pensée, et n'éprouvais d'ailleurs aucune douleur. Je restais tranquille le reste de la journée, l'accident arriva vers 10 heures du matin, et le lendemain je vaquai à mes occupations habituelles. Mon système nerveux n'a pas été affecté de façon appréciable, et je n'aurai d'autres inconvénients de mon épreuve que les cicatrices de mes brûlures, dont l'une a été jusqu'à l'os.

V. Mort apparente par l'électricité

(Extrait à l'électrical Eugineer de Londres)

« Le 21 Juin 1895, à Rochester, New-York, un employé de la Compagnie électrique, nommé Franck Grover, âgé de trente-trois ans, recevait accidentellement une décharge de *deux à trois mille volts*, c'est-à-dire près de trois fois l'énergie considérée comme nécessaire pour les électrocutions. Il présenta, pendant près d'une heure, tout les symptômes de la mort définitive ; sa jambe droite et ses bras étaient horriblement brûlés; après avoir reçu pendant une heure et demie des soins d'un médecin, aidé de trois ouvriers, ses camarades, Grover revint à la vie et put être transporté à son domicile. »

Les exemples qui précèdent viennent à l'appui des expériences et montrent que l'électrocution ne constitue nullement un progrès sur la décapitation. Ce procédé a l'avantage disent les partisans, d'éviter l'effusion du sang. C'est très vrai, mais c'est un avantage qui n'existe que pour l'exécuteur et les témoins seulement. Quant au supplicié, rien ne prouve qu'il perde la conscience au moment où l'on établit le courant homicide, témoin l'électrocution d'Auburn. Les expérimentés de M. d'Arsonval prouvent que l'animal électrisé conserve la conscience si l'on pratique la respiration artificielle en même temps ; et, quand l'exécution est faite, la mort n'est peut-être qu'apparente, comme le démontre l'une des électrocutions relatées ci-dessus. Mais les médecins américains, au lieu de pratiquer la respiration artificielle, préfèrent procéder immédiatement à l'autopsie. C'est ce qui se lit assez clairement dans cet extrait du compte-rendu d'une des dernières électrocutions :

« Le 8 mai, on a procédé dans la prison de Sing-Sing, à l'électrocution d'un condamné de New-York. L'exécution n'a nécessité qu'une seule application faite par le procédé définitif, le casque sur la tête et une ligature au mollet droit.

« La mort a été instantanée. Afin, sans doute, de répondre aux critiques dont l'électrocution vient d'être l'objet en Europe, le directeur de la prison de Sing-Sing a prié les spectateurs de s'approcher pour se convaincre que le courant n'avait laissé aucune cicatrice sur le corps du patient. L'autopsie a été faite par trois médecins ! » L'autopsie est donc faite immédiatement et les médecins américains ont raison d'agir ainsi, c'est plus prudent, car l'expé-

rience montre que l'autopsie est un « *adjuvant nécessaire* » de l'électrocution.

« Cette opinion, aujourd'hui fort répandue en Europe, commencerait à avoir des partisans en Amérique. Le journal *l'Electricien* du 14 septembre de cette année nous apprend que le *Post-Express* de Rochester (Etats-Unis) n'est plus satisfait du mot *électrocution* appliqué au mode actuel d'exécution des assassins. Voici comment il s'exprime à propos de ce genre de mise à mort récemment infligé à un nommé Buchanan.

« A 11 heures 21, le courant fut lancé et l'assassin reçut 1740 volts pendant 4 secondes, ensuite 400 volts pendant 30 secondes. Il fut immédiatement examiné par les médecins, qui ne constatèrent plus qu'une faible pulsation de cœur ; le courant fut rétabli de nouveau à 11 h. 22 1/2 et traversa en entier le corps du supplicié pendant 23 secondes.

« Buchanan fut alors déclaré mort et l'autopsie commença à 11 heures 30 soit 9 minutes après que le premier choc avait été administré. Les médecins présents déclarèrent à l'unanimité que le meurtrier avait été tué instantanément par la première décharge,

« Buchanan fut donc exécuté et porté sur la table de dissection en moins de dix minutes ; naturellement les médecins préférèrent penser que c'est l'électricité qui l'a tué.

« Il était évidemment mort après l'autopsie ; mais n'est-il pas probable qu'il ne l'était pas après le premier choc, et n'est-il pas possible qu'il ne l'ait pas été après le second ?

« Quand la nouvelle loi fut promulguée, il y eut une discussion sur le terme convenable à employer pour désigner ce nouveau genre de mise à mort, qui fut finalement

appelé *électrocution*. Comme il y a toutes raisons de supposer que ce n'est pas du tout là une électrocution, appelons cela cela une *autopsicution*. »

Il y a encore une autre considération à laquelle donne lieu ce mode d'exécution. Qu'est-ce qui empêche de simuler une exécution ? Les philanthropes de l'Etat de New-York ont trouvé notre guillotine barbare ; elle a au moins l'avantage de supprimer brusquement le moi en tranchant le nœud vital, et, jusqu'à présent « le public n'a pas idée que nous puissions simuler une exécution en rappelant, après coup, le supplicié à la vie ». Ainsi s'exprimait le Docteur Paul Loye, dans un remarquable travail sur la mort par décapitation. Avec lui, nous concluons que l'emploi de l'électrocution n'est justifié par aucune raison sérieuse, et, que les médecins qui, aux Etats-Unis, se sont faits les auxiliaires de l'exécuteur, qui prennent même la place du bourreau, oublient la dignité et le caractère de la profession à laquelle ils appartiennent.



Soins à donner aux sujets victimes d'accidents par l'électricité.

Puisque des expérimentateurs comme MM. d'Arsonval et Biraud n'ont pu tuer *sûrement* un malheureux lapin même en employant de puissantes machines comme celles des ateliers Gramme donnant 8000 volts, ou les machines Ferranti en donnant 2500 et 20 ampères, alors que les machines pour électrocutions ne donnent que 1500 volts, puisque lorsqu'ils crurent avoir tué ce lapin la respiration artificielle le ramena à la vie, comment doit-on la pratiquer ? D'une façon générale quels soins doit-on donner aux sujets victimes d'accidents par l'électricité ?

Nous ne saurions mieux les décrire qu'en rapportant l'instruction soumise à l'approbation de l'Académie de Médecine par MM. Bouchard, d'Arsonval, Laborde et Gariel, et rédigée sur la demande du ministre des travaux publics. On ne saurait trop vulgariser cette instruction dont voici le texte :

« Lorsqu'un individu est victime d'un accident dû au contact de conducteurs d'électricité ou de machines génératrices, le contact peut exister encore lorsque les secours arrivent ou le contact peut avoir cessé.

Dans le premier cas, des précautions particulières doivent être prises pour faire cesser le contact, sans que les personnes qui interviennent puissent être victimes également. S'il est impossible, il convient de faire cesser immé-

diatement le fonctionnement de la machine génératrice. Si ce n'est pas possible, on interrompra le courant en coupant le conducteur avec des instruments dans lesquels la partie tranchante sera séparée du manche par des parties isolantes, ou bien encore, on établira la mise à la terre ou une dérivation à l'aide d'un conducteur de faible résistance qui diminuera l'intensité du courant dans la partie où la victime est en contact avec le conducteur principal.

Ces remarques sont signalées à titre d'indication seulement : elles devront être précisées par la commission technique spéciale instituée par le ministre des travaux publics.

En ce qui touche les instructions relatives aux premiers soins à donner aux foudroyés, victimes des accidents électriques, la commission propose les mesures suivantes :

On transportera d'abord la victime dans un local aéré où l'on ne conservera qu'un petit nombre d'aides, trois ou quatre, toutes les autres personnes étant écartées.

On desserrera les vêtements et on s'efforcera le plus rapidement possible de rétablir la respiration et la circulation.

Pour rétablir la respiration, on peut avoir recours principalement aux deux moyens suivants : la traction de la langue et la respiration artificielle.

I. Méthode de la traction rythmée de la langue

Ouvrir la bouche de la victime et, si les dents sont serrées, les écarter en forçant avec les doigts ou avec un

corps résistant quelconque, morceau de bois, manche de couteau, dos de cuillère ou de fourchette, extrémité d'une canne.

Saisir solidement la partie antérieure de la langue entre le pouce et l'index de la main droite, nus ou revêtus d'un linge quelconque, d'un mouchoir de poche, par exemple (pour empêcher le glissement), et exercer sur elle de fortes tractions répétées, successives, cadencées ou rythmées, suivies de relâchement, en imitant les mouvements rythmés de la respiration elle-même, au nombre d'au moins vingt par minute.

Les tractions linguales doivent être pratiquées sans retard et avec persistance, durant une demi-heure, une heure et plus.

2. *Méthode de la respiration artificielle*

Coucher la victime sur le dos, les épaules légèrement soulevées, la bouche ouverte, la langue bien dégagée.

Saisir les bras à la hauteur des coudes, les appuyer assez fortement sur les parois de la poitrine, puis les écarter et les porter au-dessus de la tête, en décrivant un arc de cercle ; les ramener ensuite à leur position primitive, sur les parois de la poitrine.

Répéter ces mouvements environ vingt fois par minute, en continuant jusqu'au rétablissement de la respiration naturelle.

Il conviendra de commencer toujours par la méthode de traction de la langue, en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle.

D'autre part, il conviendra concurremment de chercher à ramener la circulation en frictionnant la surface du corps, en flagellant le tronc avec les mains ou avec des serviettes mouillées, en jetant de temps en temps de l'eau froide sur la figure, en faisant respirer de l'ammoniaque ou du vinaigre.

Ajoutons aux méthodes contenues dans cette instruction, les moyens suivants :

1° L'excitation des nerfs vagues par l'application d'un courant faradique sur les côtés du larynx, après avoir légèrement humecté la peau de cette région, moyen préconisé par Brown-Sequard ;

2° L'électrisation au moyen de courants continus, en plaçant un pôle à la base du cou, l'autre sur les insertions du diaphragme ;

3° Enfin, ces temps derniers, le docteur Gœlet, dans l'Electrical World, a conseillé « l'extension forcée du muscle sphincter, à l'action duquel est soumis le viscère inférieur ; elle produit une puissante irritation réflexe et peut déterminer une inspiration, quand les autres moyens ne produisent aucun résultat. »



CONCLUSIONS

I. — L'Electricité provoque la mort de deux façons bien différentes :

1° *Par lésion ou destruction des tissus* (effets disruptifs et électrolytiques de la décharge). Mort définitive ;

2° *Par excitation des centres nerveux* (inhibition totale ou partielle des grandes fonctions). Mort apparente.

II. — La forme du courant est un facteur très important. Il est dans les courants alternatifs, certains courants de haute fréquence et tension, absolument inoffensifs.

III. — Chaque fois qu'on se trouvera en présence d'un individu victime d'un accident électrique on se rappellera que : *Tout foudroyé doit être traité exactement comme un noyé.*

IV. — Les accidents électriques peuvent donner lieu à une expertise médico-légale ; toutefois il n'existe aucune lésion caractéristique de la mort par l'Electricité.

V. — L'Electrocution, ou exécution des condamnés à mort par les courants électriques est loin d'être parfaite ; aussi, en France, devra-t-on la rejeter.

VI. — L'Eclairage électrique se répandant de jour en

jour, l'observation d'une rigoureuse réglementation s'impose pour éviter les funestes accidents pouvant résulter d'installations défectueuses.

Vu :

Le Président de la Thèse,
LABOULBÈNE.

Vu : Le Doyen,
BROUARDEL.

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Académie de médecine (New-York). — Discussion upon the infliction of the death penalty by electricity (New-York medical journal, 1892).

Arago. — Œuvres complètes.

Additional. — Report of the commisionners ou capital punishment of thé state of New-York. Transmitted to the legislature Jan. 49, 1892.

D'Arsonval. — La mort par l'électricité dans l'industrie. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences des 26 Janvier, 9 mars 1895. Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 1887 p. 95).

— Effets des décharges, courants continus et alternatifs sur les animaux (Compte rendu de l'Acad. des Sciences) 4 avril 1887.

— Rapport sur l'électrophysiologie (Lum. élec. 1889 p. 4 3).

— La voltaïsation sinus oïdale (Archives de physiologie janvier 1892).

— Effets physiologiques de l'électricité (Bull. de l'Acad. de médecine, mars 1892).

— Conférence à la société générale des électriciens (In bulletin avril 1882).

- Action physiologique des courants alternatifs.
- Influence des variations de la force électro-motrice sur les effets physiologiques du courant continu (Soc. de biologie 2 mai 1891).
- Sur les effets physiologiques comparés des divers procédés d'électrisation ; nouveaux mode d'application à l'énergie électrique ; la voltaïsation sinus oïdale ; les grandes fréquence et les hauts potentiels. Bull. Acad. de Méd. Paris 1892.
- Action physiologique des courants alternatifs à grande fréquence, mode de production et technique de leur emploi. Revue internat. d'électrother. Paris 1892-92.
- Influence de la fréquence sur les effets physiologiques des courants alternatifs (Compte rendu de l'Acad. des Sciences 1893).
- Effets physiologiques de la voltaïsation vicunoïdale. Archives de physiol. norm. et pathol. Paris 1893.
- La durée de l'excitabilité des nerfs et des muscles après la mort est bien plus grande qu'on ne le croit généralement. Compt. rend. Acad. d. Sc. Paris 1863.
- Sur les effets physiologiques de l'état variable en général et des courants alternatifs en particulier. Rev. internat. d'électrother. Paris 1892-93.
- Production des courants de haute fréquence et de grande intensité ; leurs effets physiologiques. Compt. rend. Soc. de biol. Paris 1893.
- Action physiologique des courants alternatifs à grande fréquence. Arch. de physiol. norm. et path. Paris 1893.
- Mort apparente produite par les courants alternatifs ; rappel à la vie (Acad. des Sciences 21 mai 1894).
- Action des courants de haute tension. Soc. de Biol. 23 Nov. 1894.

- L'énergie électrique et la matière vivante. Extrait du traité de pathologie générale, t. I, Juillet 1893.
- Albrecht*. — Dangers des fils d'éclairage électrique (Gesundheits Ingenieur 1890 et Hygienischs Rundschau, I, 144).
- Barnes*. — Medical Times and Gazette 1868.
- Beaudoin*, Marcel. — Dangers de l'électricité à haute tension. (Progrès médical, 1890).
- Biggs*. — New York Medical Record, 2 nov. 1889.
- F. Biraud*. — La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension (Thèse de Lyon, 1892).
- Blayac*. — Dangers de l'éclairage électrique (Journal d'Hygiène 1890).
- Blakesley*. — Les courants alternatifs. Traduction Rechniewsk (Baudry 1892).
- Boudin*. — Histoire physique et médicale de la foudre (Ann. d'Hygiène et de Méd. lég., 1854, 5).
- Boston Medic. and. Surg. Journ.* — (Collection du Journal).
- British. Med. Journ.*, 1890, 1893, 1894, 1895.
- Brandenberg*. — Effets des courants électriques à haute tension sur le corps humain (contact accidentel). Corresp. Blatt, f. Schweiz, Aertze, p. 409, 1^{er} fév. 1894.
- Brown* (J.W.). — The latest electrocution. Med. Rec., N.-Y. 1893.
- Harold P. Brown*. — Death current experiments at the Edison laboratory (Med. lej. Journ., N. Y., mars 1880).
- Comparative danger to life of electric currents. New-York, 1889.
- The new Instrument of execution (North American Review, nov. 1889, p. 580).
- Brow-Sequard*. — Opera.
- Waller Buchanam*. — The lancet 1886, p. 297. Death by and Electric shock. The Lancet 1802, p. 628.

Cardani. Sur la durée des décharges ralenties (Journ. de Physique, décembre 1886).

Castex. — Résistance électrique des tissus et du corps humain à l'état normal et pathologique. Thèse de Montpellier 1892.

Centralblatt für medicin — Ueber die Verwendbarkeit der von den dynamomaschinen erzeugten Electricitat zum medizinischen Zwecken, 1889, n° 8.

Charpentier (A). — Inhibition due à l'excitation électrique simultanée d'un nerf en deux points de sa longueur. Compt. rend. Soc. de biol. Paris 1893.

Clark-Bell. — Electricity and death penalty. Brochure Chicago.

— The alienist and neurologist, n° 2, T. 10.

— Medico-legal Journal. New-York. Septembre 1889, 90, 91.

— L'exécution des condamnés à mort par l'électricité, en Amérique (Congrès de jurisprudence médicale, Paris 1889).

Claude G. — Sur les moyens d'augmenter la sécurité des distributions à courants alternatifs à haute tension.

Clowes H. A. — Death from electricity. Lancet Lond. 1892, p. 297.

Collins. — Electrical injury followed by deltoïd paralysis and traumatic neurosis. N.-York. M. J. 1891. — Med. Rec. N.-Y. 1892.

— Electrical injury : schock from a telephone wire. The Lancet (6 février 1892).

De Contades. — Accident causé par l'électricité. Cosmos (23 avril 1890).

Cosmos. — Suicide par l'électricité à Paris, dans les ateliers de M. Chertamps (1885).

Courladé. — Etude sur l'excitation musculaire produite par les courants induits de fermeture. Archiv. de physiol. norm. et path. Paris 1892.

- Des variations de la résistance électrique des tissus vivants (Arch. de physiol. VII, 3, 1895).
- Crossland*. — Death by electricity; postmortem findings. Columbus M. J., 1802 93.
- Dana*. — Electrical injuries. N. Y. Med. Rec (2 nov. 1889).
- Danion*. — Mode de diffusion des courants voltaïques dans l'organisme humain. Compt. rend. Acad. des Sciences (nov. 1889).
- Démonstration expérimentale du siège de la résistance électrique du corps humain et des causes qui la font varier. (Soc. de biol., 17 juin 1893),
- Démonstration expérimentale de l'action directe du courant voltaïque sur le cerveau et sur la moëlle épinière. (Une preuve clinique) compt. rend. Soc. de biol., Paris 1894.
- De l'électrisation localisée. Paris 1894.
- Dechambre*. — Article *fulguration* du Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.
- Delancey*. — Etude sur l'altération du sang consécutive aux accidents produits par l'électricité. Buffalo, New-York.
- Delépine*. — The post mortem appearances in a case of death by electricity. Brit. Med. Journal (1885, p. 531).
- Dève*. — Dans l'électrisation de la tête, le courant passe-t-il à la surface du cerveau ou dans sa profondeur ? Union Méd. du Nord-Est. Reims, 1893.
- Donlin*. — Etude sur les accidents mortels produits par l'électricité dans le laboratoire d'Edison. Med. leg. Society. N. Y.
- The pathology of death by Electric. Med. leg. Journ. 1890.
- Electricity in its legal and medico-legal relations. Medico-legal Journal (mars 1890).
- Donnellan*. — Choc d'un courant de 1,000 volts. Insensibilité à la douleur, guérison. (Med. News. 4 août 1894).
- Douillet. J.* — La mort et les accidents causés par les courants
Gardé

- électriques de haute tension. Dauphiné med., Grenoble 1894.
- Dubois.* — Die selfinduction in der Elektrophysiologie. Verhandl. d. x. internat. med. cong. 1890. Berl., 1891.
- Duchenne.* — De l'électrisation localisée.
- Durand.* — Sur un cas de mort causée par l'électricité industrielle. Thèse de Paris, 1894.
- Edison.* — The dangers of electric Lighting. North. Amer. Review. (Novembre 1889).
- Electrical Engineer (janvier 1890).
- Edelman.* — Elektrotechnik für Aerzte, Munich, 1890.
- Electrical Review.* — 22 septembre 1888. Experiments conducted by M. Kenelly at the Edison laboratory.
- Electrical World.* — 8 août 1888. Experiments with death currents, by M. M. Brown and Kenelly and Dr Peterson, at the Edison laboratory and at Columbia Collège.
- Electricien.* — Collection du Journal.
- Electrothérapie* de Francfort (Congrès d'). — Wiesbaden, 1892.
- Engelmann.* — An adress before the New-York. Elektrotherapeutic Society, on the inductive current. J. Electrother. N. Y., 1893.
- Recent investigation in faradic electricity ; variation and control of the current by rapidity of interruption and variation of coils, and the singlewire high-tension currents. Am. J. M. Sc., Phila, 1893.
- Eschle.* — Action des courants électriques sur les tissus. (Berl. Klin. Woch., 23 avril 1894 et Arch. f. pathol. Anat. CXXXVIII, 3, 1895.
- Eulenbourg.* — Neurologisches Centralblatt, 1892, n° 1.
- Fell.* — The influence of Electricity on prosoplasma with some remarks to the Kemmler execution. (Phys. and. Surg, Am. Arbor and Detroit, 1890, p. 433.

- Electrodes and their application in electrocution, j. Am. M. Ass. Chicago, 1892.
- W. de Fonvielle. — La première Electrocution. (Lumière Electrique 1890, T. 37, p. 592).
- Follin. — Traité de Pathologie Externe, T. I. p. 545.
- Von Frey. — Résistance opposée par le corps humain au passage des courants faradiques. (Cent. f. Klin Med., 28) 1892.
- Friedinger. — Wiener Klinische Woch., 1892.
- Gariel. — Rapport sur les Usines Electriques à la Société de Médecine publique (Revue d'Hyg., fév. 1892).
- Expertise sur l'accident des Tuileries, 1882, in Thèse de Grange.
- Instruction sur les premiers soins à donner aux foudroyés victimes des accidents électriques (Bull. Acad. Médecine. Décembre 1894).
- Gartner. — Ueber den Elektrischen Widerstand des Menslichen Körpers gegenüber Inductionstromen, Wien. Jahrbuch, série S, p. 509.
- Gauthier et Larat. — Utilisation médicale des courants alternatifs à haut potentiel (Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 29 fév. 1892).
- Effets physiologiques et thérapeutiques des courants alternatifs (Rev. int. d'électroth., avril 1892).
- Gibbons. — Méthode de rappel à la vie après le choc électrique. (N.-York Med. J., 20 avril 1895).
- Van Gieson. — Execution by electricity (Boston Med. and Surg. Journal, 1892).
- Grange. — Des accidents produits par l'Electricité dans son emploi industriel ; des moyens de les prévenir ; projet de réglementation de l'emploi des courants électriques intenses dans les Arts et l'Industrie. (Annales d'hygiène et de médecine légale, 1885. Thèse de Paris, 1884).

- Grindon*. — Pruritis following an électric schock (Saint-Louis Cour. Med., 1890).
- Harris*. — Paper submitted to the London Institute of electrical Eugineers (London, 3 mai 1890).
- L'Electricité dans ses rapports avec le corps humain (Society of Arts, London, 11 Mars 1894).
- Hedley*. — Pathologie et traitement des accidents par l'Electri- (Lancet, 25 août 1894).
- Les effets physiologiques des courants de haute tension (Lancet, 9 décembre 1894).
- Les effets physiologiques des courants alternatifs (Lancet 24 décembre 1893).
- The Pathology aud treatement of electric accidents (Lancet Lond., 1894).
- Premier secours dans les accidents par l'électricité. (Lancet, 2 fév. 1895).
- Hertz*. — Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft. (Leipzig, 1892).
- Van Hoff*. — Electric prostration (New-York medical, Record, 8 février 1889).
- John Hopkinson*. — Dangers des générateurs secondaires (Philosophica Magazine, 1885).
- Houston*. — On muscular contractions following death by electricity (Proceding Americ. Philad. Soc. 1890).
- Hummel*. — Intense electric shock with recovery (Med. Bull. Phila, 1885, p. 128). Archiv. fur. Path. anat. (Philadelphia medical journal. Bulletin, avril 1889).
- Industrie électrique*, 11 juin 1892.
- Sulla tutela della sicurezza publica negli impianti elettrici (Industria Milano, 30 ottobre 1892).
- Azione fisiologica delle correnti alternative a grande frequenza (Industria, Milano, 13 nov. 1892).

Jackson. — Shock from an electric wire (Boston, med. and. surg. journal, 17 sept. 1891).

Jacobi. — Réport on capital punishment, by a comittee appointed by the medical Society of New-York (New-York medical journal, 5 mars 1892).

W. J. Jenks. — Electrical exécution. New-York med. journal, 14 mai 1892, p. 542.

Jones H. L. — The physiological effects of electrical currents of high frequency. Brit. M. J., Lond., 1893.

Effets mortels des courants électriques (Brit. med. j. 2 mars 1893).

Kœbner H. — Ueber eine durch den galvanischen strom hervorgerufene trophische Hautreizung. Neurol-Centralbl., Leipzig. 1890.

Keirle. — Case of death by electricity. Philad. Tim. med. 15 janvier 1889.

Kenelly. — Expériences faites au laboratoire d'Edison à New-Jersey. Electrical World, n° 8, août 1888.

Kenyeres B. — Bonczlelet villamosság általi elszeren csétlenulesnél. (Post mortem in death from electricity). Orvosi hetil., Budapest, 1894. Also, transl. (Abstr.): Pest. med. chir. Presse, Budapest. 1894.

Killingworth. — Continental electric Light stations. London et New-York, 1892.

Knapp P. C. — Accidents from the electric current. A contribution to the study of the action of currents of high potential upon the human organism. Boston M. et S. J. 1890.

Korthals. — L'action des courants alternatifs sur le corps humain. Lumière électrique, 3 septembre 1892, p. 486.

Kratler I. — Ueber den Tod durch elektricität.

Wien. Klin. — Wehnschr. 1894.

— Ueber den Tod durch electricitat. Pest. med. chir. Presse. Budapest. 1894.

The Lancet. —

Lawrence. — L'électricité dans ses rapports avec le corps humain. Society of arts. London, 44 mars 1894.

Letourneau. — De l'électrisation céphalique. Ann. de psychiatr. et d'hypnot. Paris 1892.

Lewis Jones. — Effets physiologiques des courants de haute tension. (Brit. méd. j. 24 juin 1893).

P. Loye. — L'application de la peine de mort par l'électricité. Progrès médical. 1889 p. 530.

— La mort par décapitation. (Thèse de Paris 1887).

Lumière électrique. — Journal.

Mac Donald. — Report on the execution by electricity of W. Kemmler, presented to the governor. 20 sept 1891.

— And. S. B. Ward. Complète report of the recent executions made under the new law of four men convicted of murder. Med. ly. J. N. Y. 1891-92.

— The infliction of the death penalty by means of electricity ; being a report of seven cases ; with remarks on the methods of application and the gross and microscopical effects of electrical currents of lethal energy on the human subject. Tr. M. Soc. N. Y., Phila., 1892.

Marat. — Expériences sur la fulguration. Mémoire sur l'électricité médicale. 1784.

Marchegay. — Station centrale de Lyon. Du classement des usines productrices d'énergie électrique et de leur réseau de distribution. Revue d'hygiène 1892.

Mascart. — Rapport au Congrès des Electriciens. 1891.

Meylan. — L'Electricien. Exp. de Tesla. 1891.

Ministère des télégraphes italiens. — Règlements sur les installations électriques. 1892.

Medical Press and Circular. — 1894 T. I, p. 96 et p. 492.

Medico legal Journal. — Electrocutions.

Medico legal Society. — Discussion upon judicial exécutions by electricity. Transactions medico-legal. Society (médico legal Journal) march. 1889.

Mergier. — Les différentes méthodes de mesure de la résistance électrique du corps humain et des liquides organiques, méthode de l'ohmmètre (Thèse de Paris).

— Résistances métalliques pour la mesure des résistances électriques du corps humain et des liquides organiques. (Soc. de Biol. 13 mai 1893.)

Mounier. — Electricité industrielle. Encyclopédie des travaux publics.

Mount Beyer. — Best method of capital punishment. march. 1888. p. 425.

— Expériences sur la mort par l'électricité. Humboldt scientific library. Mars 1887.

Moyer. — Chicago medical Journal and examiner. Novembre 1886. A case of injury from a strong electric current.

Max de Nansonty. — Dangers et avantages physiologiques de l'électricité. Génie Civil. 19 novembre 1892.

Nankivell. — A case of. burns from electricity. Brit. M. J. Lond. 1892.

Carlos Olivetra Nery. — Etude clinique des brûlures causées par l'électricité industrielle. Thèse Paris 1895.

New freie Presse. — Wienn. 1892.

New-York médical Journal. — Report on capital punishment, by a comitted appointed by the médical Society of the State of New-York inits session of 1891-92.

Pellissier. — Effets physiologiques des courants de haute fréquences. Lumière électrique. 1892.

Peserson. — New-York med. Record. 1889. Exécution des criminels par l'électricité. Rapport à la société de médecine légale de New-York. Annales d'hygiène et de médecine légale. 1889.

Philipp Coombs Knapp. — Accidents from the electric currents. Boston médical and surgical Journal 1890.

Philippo (J.C.) — Electrocutation. Med. Rec., N.-V., 1893.

Piotrowsky G. — Nouvelle méthode pour démontrer le point de départ de l'excitation, ainsi que les phénomènes électro-toniques dans l'emploi des courants d'induction. Arch. de physiol. norm. et path. Paris, 1893.

Pla Eduardo. — Cas de mort par l'électricité industrielle Brochure, La Havane, 1891.

— Caso de muerte por la electricidad industrial ; consideraciones medico-legales. Crois. med. quir de la Habana, 1890.

Progrès Medical. — Collection du Journal.

George Quarries. — An Electric Novelty natural Electric and Physiologi. N.-Y. Med. Journ., 1892.

— Electric Lighting in its relation to public Health. Boston med. and surg. Journ., 1892.

— Accident de la rue Breda. Lumière électrique, 1892.

A. Raddi. — Sulla necessita di disciplinare l'inplanto dei fili conduttori elettrici per trasporti di luce e d'energia a difesa dell'avita humana. (Giornale della Reale Societa italiana d'Igiene, Milano, 1892, p. 385).

Revue d'Hygiène. — Collection du Journal.

Revue scientifique. — Collection du Journal.

Robert. — A case of electrical shock, Saint Louis Com. Med., med., 1886, p. 398.

Rockwell. — Discussion of electrical execution. Chicago journal américain medical Association 1872.

- Sestier*. — De la foudre. Paris 1885.
- Sgobbo*. — Modification del polso cerebrale durante l'applicazione della corrente galvanica sul capo e sul simpatico al collo. Lavori. d. Cong. di. med. int. Milano 1895.
- Ann. di nevrol, Torino 1892.
- Shields*. — The post mortem appearances in a case of death by Electricity, British medical journal Lond. 1885.
- Silva B.* — Delle resistenze elettrica del corpo umano in condizioni normali et patologiche. Rivista sperim (t. XV, p. 190).
- Society of Telegraph*. — Engineers and Electrician of London. Règlements sur les conducteurs électriques.
- Solvary*. — Rôle de l'électricité dans les phénomènes de la vie. Revue scientifique. Paris 1893.
- Sourier*. — Des accidents de la foudre. Gazette des Hôpitaux 1892.
- Spitzka*. — Preliminary report concerning the post mortem changes in the first person executed by electricity. Atlanta. M. et S. J. 1790-91. †
- Swinburne*. — Résistance des corps humains aux courants électriques. (Electrotech. Leit. et Hygiénische Rundscham. 1890).
- Tatum E.* — Death from electrical current. New-York, M. J. 1890.
- Terry M. D.* — A case showing the destructive cauterizing effects of an electric light wire (North American Journ. of. homœopathy. New-York, Occ. 1888).
- Tesla*. — Expériences sur les courants alternatifs de haute fréquence. Lumière électrique 1891.
- Conférence à la société internationale des électriciens 1892.
- E. Thomson*. — Sur l'induction aux tensions et aux fréquences très élevées. Electrical World 1892.
- S. Thompson*. — Electric lighting and public safety. North American Review. février 1890.

Tourdes. — Fulguration, Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.

— Relation médicale de l'accident occasionné par la foudre au pont du Rhin. Brochure 1869.

Turkin, — Emissions of electrical rays by the human organism Moskva 1893.

Vartanoff. — Galvanic phenomena in the skin of the frog. Saint-Pétersbourg 1892.

Verhoogen (René). — La mort par les courants électriques. Journal de médecine de Bruxelles 1894 n° 46.

Vibert. — Précis de Médecine légale 1890.

Vigouroux. — Résistance électrique du corps Progrès médical 1888. Société de biologie 1889-90.

Ch. Vincent. — Dangers de la lumière électrique.

Vincent (de Guéret). — Etude médico-légale sur la fulguration. Gazette des Hôpitaux, 1892.

Vizioli. — Fulguration. Annales de Neurologie.

Walport M. G. — How an electric current may be absorbed in to the life current of human beings by induction, and without visible connection with any electrical apparatus or conductor, the effects which may be produced by means of the electro-magnetism upon the brain, J. Am. M. Ctss. Chicago. 1892.

G. Weiss. — Contribution à l'étude de l'électrophysiologie (Thèse de Paris, 1886).

— Technique de l'électrophysiologie. Encyclopédie de Léauté, 1892.

— Mesure de la résistance des tissus organisés (Bulletin de la Société int. des Electriciens 1889).

— La résistance du corps humain. Soc. de biol. 1893. Arch. d'électricité, med., 1894.

G. Westinghouse. — A reply to M. Edison (New American Review, décembre 1889).

— Electric light and public Safety (North American Review
mars 1890.

White. — Electrical executions (Med. News. Phila., 1890.

Windscheid. — Der faradische Leitungs widerstand des mens
chlichen Körpers. Deutsche Ztschr. f. Nervenhe. Leipzig,
1891-92.

Witz. — (A). Les victimes de l'Electricité, Journal des Sciences
Médicales de Lille 1889. Annales de psychiatrie et d'hypno-
logie, Paris, 1893.

